

Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:

Klausur zur Vorlesung Verkehrsökometrie für den Bachelor-Studiengang Verkehrswirtschaft, SS 2023

Insgesamt 120 Punkte

Aufgabe 1 (20 Punkte)

In einer Stadt steht aufgrund der stetig steigenden Nachfrage nach Transportdienstleistungen die Entscheidung an, ob ein neuer Güterbahnhof gebaut werden soll. Faktoren für eine Entscheidung beinhalten

- die Zahl und Größe der bereits bestehenden Güterbahnhöfe im 200-km Umkreis,
- ob ein Nachtbetrieb möglich ist,
- ob ein geeignetes Gelände zur Verfügung steht (ja, bedingt, nein),
- Anbindung an einen Binnenhafen (ja/nein),
- Lage zu Industrien oder Logistik-Dienstleister mit großem Transportbedarf (von gut bis schlecht),
- die verfügbaren Mittel (in Millionen Euro).

Falls der Bahnhof gebaut werden soll, wird auch die Ausgestaltung festgelegt, vor allem die geplante Kapazität (in Tonnen Güterumschlag pro Tag) und ob er nur für Container oder auch für Massengut und Stückgut geplant wird.

- (a) Grenzen Sie den Sachverhalt räumlich, zeitlich und sachlich ab.
- (b) Geben Sie für jedes oben erwähnte Merkmal an, ob es (i) eine stetige oder diskrete Variable darstellt, (ii) ob es nominal-, ordinal- oder metrisch skaliert ist.
- (c) Geben Sie die exogenen und endogenen Variablen des Entscheidungsprozesses an.

Aufgabe 2 (20 Punkte)

Betrachten Sie die Belegung eines Parkplatzes eines Shopping-Centers am Samstag (Öffnungszeiten 9:00 - 14:00). Der Parkplatz ist vor 9:00 leer und die Kunden parken gleichverteilt zwischen 0 und 2 Stunden. Die Zahl der ankommenden Fahrzeuge in jedem Stundenintervall ist gegeben wie folgt:

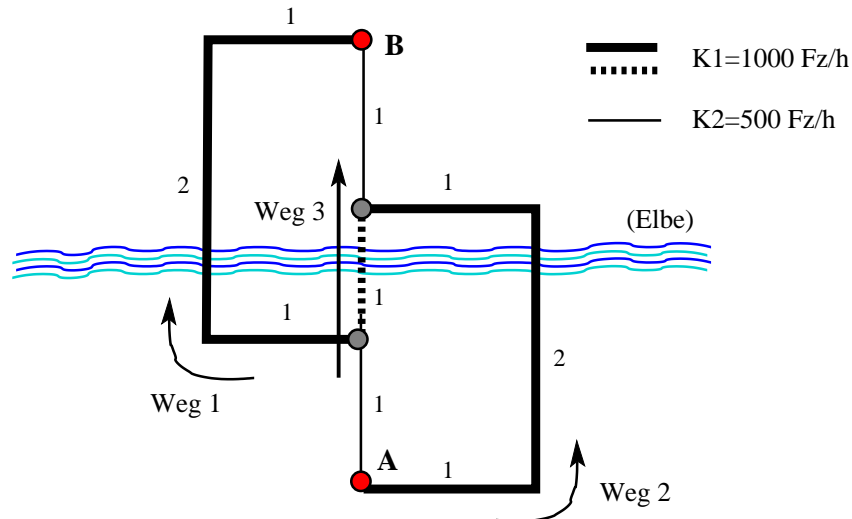
Zeitabschnitt	9:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00
Ankunftszahl	500	1 000	1 000	800

Geben Sie die Belegung dieses Parkplatzes zu den Zeiten 10:00, 11:00, 12:00 und 13:00 unter Annahme einer konstanten Ankunftsrate in jedem der Stundenintervalle an. Wie groß wäre unter diesen Annahmen die Belegung um 11:30h?

Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:
-------	----------	---------------

Aufgabe 3 (45 Punkte)

Zur Verkehrsumlegung ist folgendes Netzwerk gegeben:



Die kleinen Zahlen bei den Kanten des Netzwerks geben die Reisezeiten [Minuten] im leeren Netz an.

- Geben Sie die Reisezeiten $T_i(Q_1, Q_2, Q_3)$ aller drei Routen in Abhängigkeit der Verkehrsströme Q_i über jede dieser Routen an. Nehmen Sie dabei auf jedem Link lineare CR-Funktionen der Form $T_l = T_{l0}(1 + Q_l/K_l)$ an.
- Formulieren Sie die Reisezeiten um als Funktion der Routenanteile w_1 , w_2 und w_3 und der Gesamtnachfrage Q_{AB} von A nach B. Drücken Sie dabei die Gesamtnachfrage als Vielfaches von K_1 durch $q = Q_{AB}/K_1$ aus, sodass $Q_i = qK_1w_i$.
- Nutzen Sie im Folgenden folgende Ausdrücke für die Reisezeiten:

$$T_1 = 5 + 6qw_1 + 2qw_3, \quad T_2 = 5 + 6qw_2 + 2qw_3, \quad T_3 = 3 + q(2 + 3w_3)$$

Berechnen Sie zunächst die Aufteilung im Nutzergleichgewicht und im Systemoptimum für allgemeine normierte Nachfragen q , falls die neue Brücke noch *nicht* zur Verfügung steht, so dass $w_3 = 0$. *Hinweis:* Sie können Symmetrieargumente nutzen

- Berechnen Sie die Aufteilungen im Nutzergleichgewicht und Systemoptimum nach Eröffnung der Brücke, so dass Route 3 genutzt werden kann.

Hinweise 1: Mit $w_1 + w_2 + w_3 = 1$ und der Symmetriebedingung $w_1 = w_2$ können Sie alle Routenanteile durch w_3 ausdrücken.

Hinweise 2: Nutzen Sie das Ergebnis für das Nutzergleichgewicht zur Berechnung des Systemoptimums

- Berechnen Sie nun für eine Nachfrage von 2000 Fz/h ($q = 2$) die Reisezeiten im Nutzergleichgewicht und Systemoptimum mit und ohne neuer Brücke. Tritt hier ein Braess-Paradox auf? (Begründung!)

Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:
-------	----------	---------------

Aufgabe 4 (35 Punkte)

Um die Einflussfaktoren der Nutzung zu untersuchen, gibt ein Fernbusunternehmen eine Stated-Choice-Untersuchung in Auftrag, bei der neben dem Fernbus ($i = 1$) auch die konkurrierenden Verkehrsmodi Auto ($i = 2$), Bahn ($i = 3$) und Flugzeug ($i = 4$) einbezogen wurden. Die Befragung wurde mit einem Multinomial-Logit-Modell mit folgender Spezifikation der deterministischen Nutzen ausgewertet (T_i : Reisezeit [min]; K_i : Kosten [Euro]; S_i : Standardabweichung der Reisezeit):

$$\begin{aligned} V_1 &= \beta_1 + \beta_4 T_1 + \beta_5 K_1 + \beta_6 S_1, \\ V_2 &= \beta_2 + \beta_4 T_2 + \beta_5 K_2 + \beta_6 S_2, \\ V_3 &= \beta_3 + \beta_4 T_3 + \beta_5 K_3 + \beta_6 S_3, \\ V_4 &= \beta_3 + \beta_4 T_4 + \beta_5 K_4 + \beta_6 S_4 \end{aligned}$$

- Was versteht man unter einer Stated-Choice-Umfrage?
- Geben Sie alle in der Modellierung berücksichtigten Charakteristika, sozioökonomische Variablen und alternativenspezifische Konstanten an.
- Welche Charakteristika sind hier generisch und welche alternativenspezifisch modelliert? (Begründung).
- Begründen Sie, warum eine generische Modellierung der Reisezeiten hier sinnvoll ist, im Gegensatz zu den klassischen 4 Modi Fuß, Rad, ÖV und MIV.
- Ist die Reisezeit als reine Fahrtzeit zu verstehen oder schließt sie auch Wartezeiten ein? Wie würde man den Fall modellieren, dass es bei der Bahn zum gewünschten Reiseternin (z.B. spätabends) gar keine Verbindungen gibt?
- Welche Alternative ist bezüglich der alternativenspezifischen Konstanten die Referenz? Wodurch wird eine Ad-Hoc-Bevorzugung (i) des Fernbusses gegenüber der Bahn, (ii) des Fernbusses gegenüber dem Auto dargestellt?
- Welches Vorzeichen haben β_4 , β_5 und β_6 ? Wie ändert sich β_6 , wenn eine Gruppe mit zeitkritischen Zielen (Bewerbung, Konzert, Fernflug) befragt wird? Was stellt also β_6 dar?

Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:
-------	----------	---------------

- (h) Die kalibrierten Parameterwerte sind gegeben durch (Schätzung \pm Standardabweichung)

$$\hat{\beta}_1 = -0.5 \pm 0.4, \quad \hat{\beta}_2 = -1.2 \pm 0.5, \quad \hat{\beta}_3 = -1.5 \pm 0.4,$$

$$\hat{\beta}_4 = -0.04 \pm 0.01, \quad \hat{\beta}_5 = -0.24 \pm 0.03, \quad \hat{\beta}_6 = -0.12 \pm 0.03.$$

Wie sieht die Aufteilung aus, wenn alle Zeiten, Kosten und Zuverlässigkeiten gleich sind? Wie hoch ist der implizite Zeitwert [Euro/Stunde]?

- (i) Testen Sie auf einem Signifikanzniveau $\alpha = 5\%$ folgende Nullhypothesen:
- H_{01} : Die Reisezeitsensitivität ist ≥ -0.02
 - H_{02} : Die Unzuverlässigkeit (Standardabweichung der Reisezeit) wird höchstens doppelt so hoch bewertet als die Reisezeit selbst (Korrelation zwischen den Schätzern $\hat{\beta}_4$ und $\hat{\beta}_6$: $r_{46} = +0.3$).

Schätzen Sie auch jeweils die p -Werte ab

Quantile $z_q = \Phi^{-1}(q)$ der Standardnormalverteilung $\Phi(z)$

$q = 0.60$	0.70	0.80	0.90	0.95	0.975	0.990	0.995	0.999	0.9995
0.253	0.524	0.842	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291